

P15569-A  
US

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 0 月 1 7 日  
Date of Application:

願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 0 2 9 6 0  
Application Number:

T. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 0 2 9 6 0 ]

願                      人                      日 本 電 信 電 話 株 式 会 社  
Applicant(s):

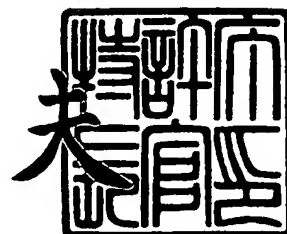
CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

BEST AVAILABLE COPY

2 0 0 3 年    9 月 3 0 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH145984

【提出日】 平成14年10月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/00

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

    【氏名】 莊司 哲史

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

    【氏名】 山田 浩治

【特許出願人】

    【識別番号】 000004226

    【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100069981

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 吉田 精孝

    【電話番号】 03-3508-9866

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 008866

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9701413

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導波路

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリコン基板と、該シリコン基板に積層された石英よりなるアンダークラッドと、該アンダークラッドに積層されたオーバークラッドと、該アンダークラッドに積層され、側方と上面との 3 方向が該オーバークラッドにより囲まれたコアとを有する完全埋め込み型光導波路において、

前記オーバークラッドの屈折率を、前記アンダークラッドの屈折率よりも大きくした

ことを特徴とする光導波路。

【請求項 2】 シリコン基板と、該シリコン基板に積層された石英よりなるアンダークラッドと、該アンダークラッドに積層されたオーバークラッドと、該アンダークラッドに積層され、側方と上面との 3 方向が該オーバークラッドにより囲まれたコアとを有する完全埋め込み型光導波路において、

前記コアとアンダークラッドとの比屈折率差を、前記コアとオーバークラッドとの比屈折率差よりも大きくした

ことを特徴とする光導波路。

【請求項 3】 オーバークラッド及びコアがポリマーである

ことを特徴とする請求項 1 または 2 何れか 1 項記載の光導波路。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、オプトエレクトロニクス分野、光通信分野において使用される光導波路フィルタ等の平面光波回路に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

光回路の小型化を目指して、S O I (Silicon On Insulator) 基板を利用した S i 細線導波路やフォトニック結晶導波路の研究開発が行われているが、これらの導波路は、モードフィールド径がサブミクロンのオーダーであるため、光ファ

イバ等との接続のために、ポリマー導波路等を介して接続を行わなければならない（例えば、非特許文献1）。

#### 【0003】

図1は、従来のSOI基板上に形成された光導波路の一例を示す断面及び側面の概略図である。図に示すように、10はシリコン基板、11は石英よりなるアンダークラッド、12はポリマーよりなるコア、13はポリマーよりなるクラッドである。アンダークラッド11の厚さは $3\mu\text{m}$ であり、その屈折率は1.49である。

#### 【0004】

##### 【非特許文献1】

莊司他、「SOI基板上に形成したSi細線光導波路の外部結合構造」、春季講演会予稿集、社団法人応用物理学会、2001年、No. 3、30a-YK-11

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

通常のシングルモードファイバのモードフィールド径は $9\mu\text{m}$ 程度であり、平面導波路を光ファイバと1dB以下の損失で接続するためには、光ファイバとの接続部において $5.5\mu\text{m}$ 以上のモードフィールド径が必要である。

#### 【0006】

また、通常の石英型光導波路で用いられるアンダークラッドの厚さは、 $20\mu\text{m}$ 程度と十分に大きいため、Si基板への導波光の漏洩を考慮する必要がない。しかし、SOI基板のシリコン酸化物、即ち石英をアンダークラッドとして用いる光導波路においては、SOI基板の製造工程上の問題から、石英層を $3\mu\text{m}$ より厚くすることが困難である。このため、通常的光導波路で設定されるように、アンダークラッドとコアとの比屈折率差が1%以下の場合は、導波光がアンダークラッドを通じてシリコン基板へ漏洩してしまうという問題がある。

#### 【0007】

図2は、コア断面が $7\mu\text{m}$ 四方の正方形のコアの屈折率が1.47、クラッドの屈折率が1.462である完全埋め込み型光導波路と、このコアの端から $3\mu\text{m}$

mの石英層を介して厚さ $0.3\mu\text{m}$ のシリコン層を設け、シリコン基板に模し、該コアに波長 $1.55\mu\text{m}$ のTM偏波の光線を入射し、 $100\mu\text{m}$ 伝播させたときの光強度分布をモードソルバーにより示したものである。

#### 【0008】

この図からもわかるように、シリコン基板を模したシリコン層にも光が伝播しており、わずか $100\mu\text{m}$ 程度の配線においても、シリコン層との結合は無視できない程度であり、実用に耐えないことは明らかである。

#### 【0009】

このような構成の導波路において、光通信用の帯域として主に用いられている $1.55\mu\text{m}$ 帯では、石英の屈折率が $1.46$ である場合、コア12の屈折率が $1.49$ 以上であることが必要である（「光集積回路」、オーム社、西原浩他）。しかし、コア12の屈折率を $1.49$ 以上とすると、石英層とコアとの比屈折率差が $2\%$ 以上となるため、シングルモード条件を満たすコアサイズは1辺が $3\mu\text{m}$ 程度かそれ以下とする必要がある。このため、従来はモードフィールド径の小さなファイバTEC加工したものを通常のシングルモードファイバに接続して用いる等の必要があり、コストの増大を招いた。

#### 【0010】

本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、SOI基板上に形成された光導波路において、シリコン基板への導波光の漏れの防止と、通常のシングルモードファイバと効率よく接続できる程度のモードフィールド径、シングルモード条件の成立との3条件を同時に満足する光導波路を提供することにある。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

上記問題を解決するため、請求項1では、シリコン基板と、該シリコン基板に積層された石英よりなるアンダークラッドと、該アンダークラッドの上部に積層されたオーバークラッドと、該アンダークラッドに積層され、側方と上面との3方向が該オーバークラッドにより囲まれたコアとを有する完全埋め込み型光導波路において、前記オーバークラッドの屈折率を、前記アンダークラッドの屈折率

よりも大きくしたことを特徴とする光導波路をもって解決手段とする。

#### 【0012】

請求項2では、シリコン基板と、該シリコン基板に積層された石英よりなるアンダークラッドと、該アンダークラッドに積層されたオーバークラッドと、該アンダークラッドに積層され、側方と上面との3方向が該オーバークラッドにより囲まれたコアとを有する完全埋め込み型光導波路において、前記コアとアンダークラッドとの比屈折率差を、前記コアとオーバークラッドとの比屈折率差よりも大きくしたことを特徴とする光導波路をもって解決手段とする。

#### 【0013】

請求項3では、前記オーバークラッド及びコアがポリマーであることを特徴とする請求項1または2何れか1項記載の光導波路をもって解決手段とする。

#### 【0014】

請求項1乃至3の発明によれば、シリコン基板への導波光の漏れを防止することができる。

#### 【0015】

##### 【発明の実施の形態】

図3は本発明の一の実施形態に係る光導波路の断面及び側面の概略図である。

#### 【0016】

図中において、20はシリコン基板、21は石英よりなるアンダークラッド、22はエポキシ樹脂、ポリイミド、シリコン等のポリマーよりなるコア、23は同様のポリマーよりなるオーバークラッドである。w1はコア21の幅、w2は厚さを表している。アンダークラッド21の厚さは3 $\mu$ mである。また、シリコン基板20とアンダークラッド21は、SOI基板の一部を構成している。

#### 【0017】

本実施形態では、コア22、アンダークラッド21、オーバークラッド23の屈折率はそれぞれ、1.5、1.46、1.49で、コア22とアンダークラッド21との比屈折率差、コア22とオーバークラッド23との比屈折率差はそれぞれ2.7%、0.7%である。コア22とアンダークラッド21との比屈折率差は、通常の1%以下であれば、導波光がアンダークラッド21へ漏洩してしま

うので、1%以上若しくは1.5%以上が好適である。

#### 【0018】

この導波光のアンダークラッド21への漏洩の問題は、コア21の断面形状の幅及び厚さをコントロールすることによっても回避できる。例えば、コア21の断面の幅 $w_1$ 及び厚さ $w_2$ を5.5～9  $\mu\text{m}$ の範囲の値とする。且つ、幅 $w_1$ と厚さ $w_2$ を等しくすると尚よい。本実施形態では、コア22の断面の幅 $w_1$ と厚さ $w_2$ は共に7  $\mu\text{m}$ としている。

#### 【0019】

図4は、本実施形態の断面構造を持つ光導波路に対して、1.55  $\mu\text{m}$ のTM偏波の光を入射し、10mm伝播させた後の光強度分布をモードソルバーにより示したものである。

#### 【0020】

図からわかるように、シリコン層に光は伝播しておらず、ほぼ円形で7  $\mu\text{m}$ 以上のモードプロファイルを保持しつつ、シリコン基板への光の漏洩を防止していることがわかる。

#### 【0021】

上記構成により、アンダークラッド21への導波光の漏れを防ぐことができるだけでなく、導波光のシングルモード条件を満たすと共に、シングルモードファイバと効率よく接続するために必要な大きさのモードフィールド径も実現することができる。

#### 【0022】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、SOI基板の石英層をアンダークラッドとして用いても、導波光をシングルモードに保ちつつ、シリコン基板に対して光を放射することがなく、かつ、通常用いられるモードフィールド径が9  $\mu\text{m}$ 程度のシングルモードファイバと効率よく結合することが可能である。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のSOI基板上に形成された光導波路の概略図

【図2】 従来技術における光強度分布をモード結合により表した図



【図 3】 本実施形態における S O I 基板上に形成された光導波路の概略図

【図 4】 本実施形態における光強度分布をモード結合により表した図

【符号の説明】

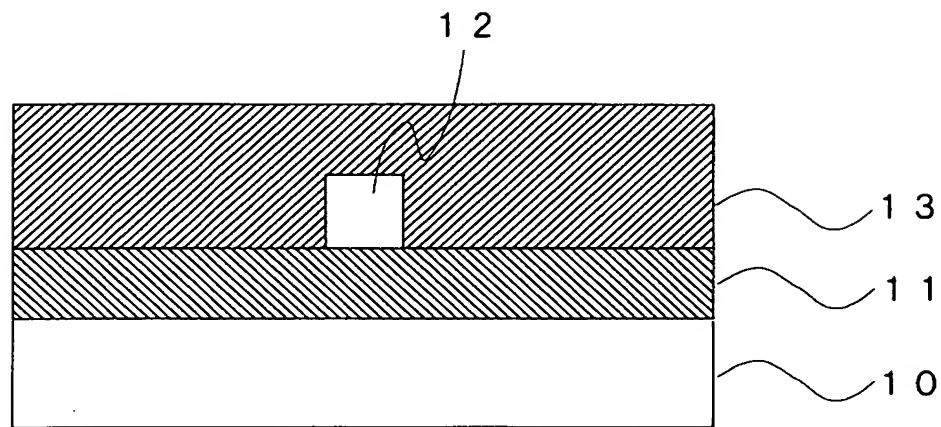
1 0、2 0…シリコン基板、1 1、2 1…アンダークラッド、1 2、2 2…コア、1 3、2 3オーバークラッド。

【書類名】

図面

【図 1】

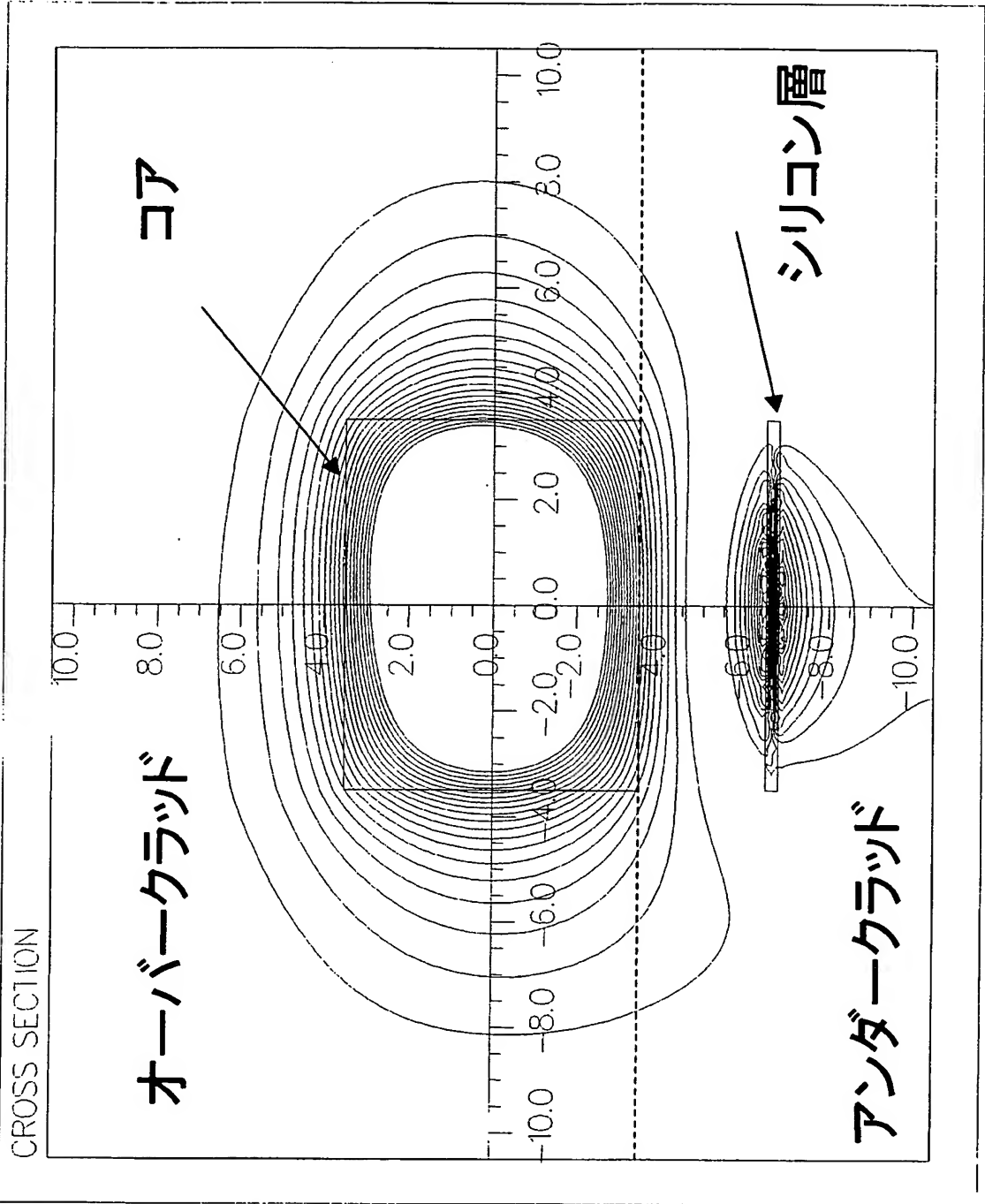
断面図



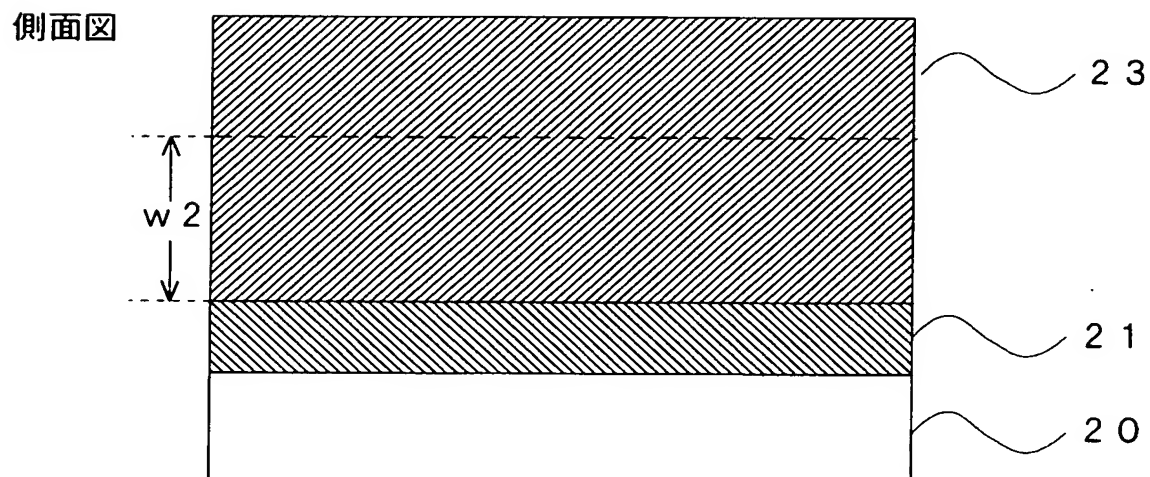
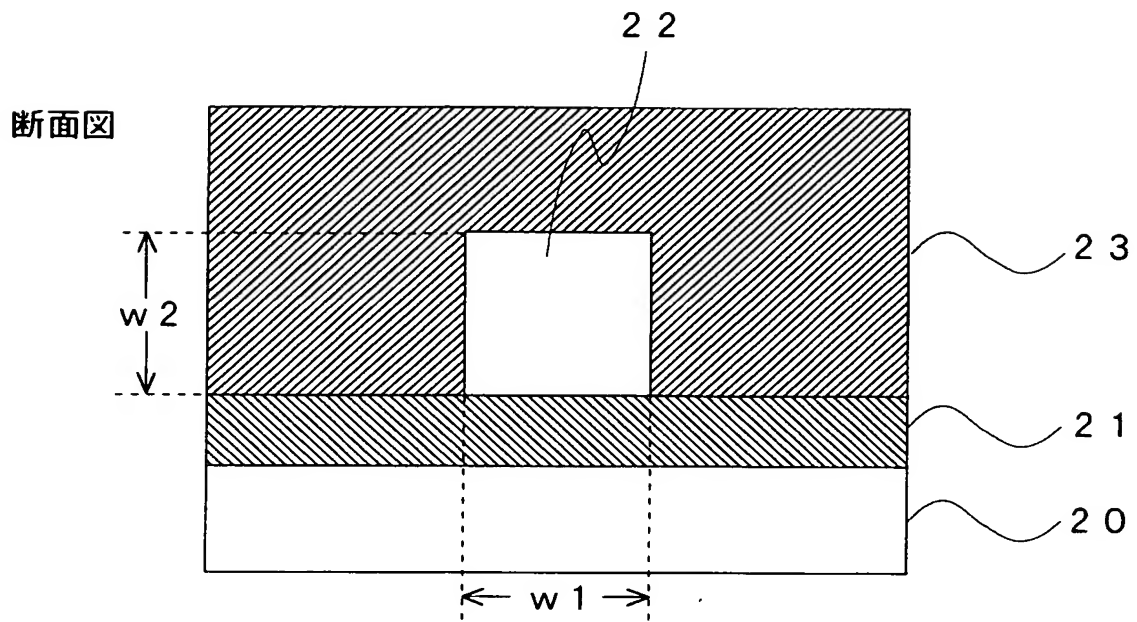
側面図



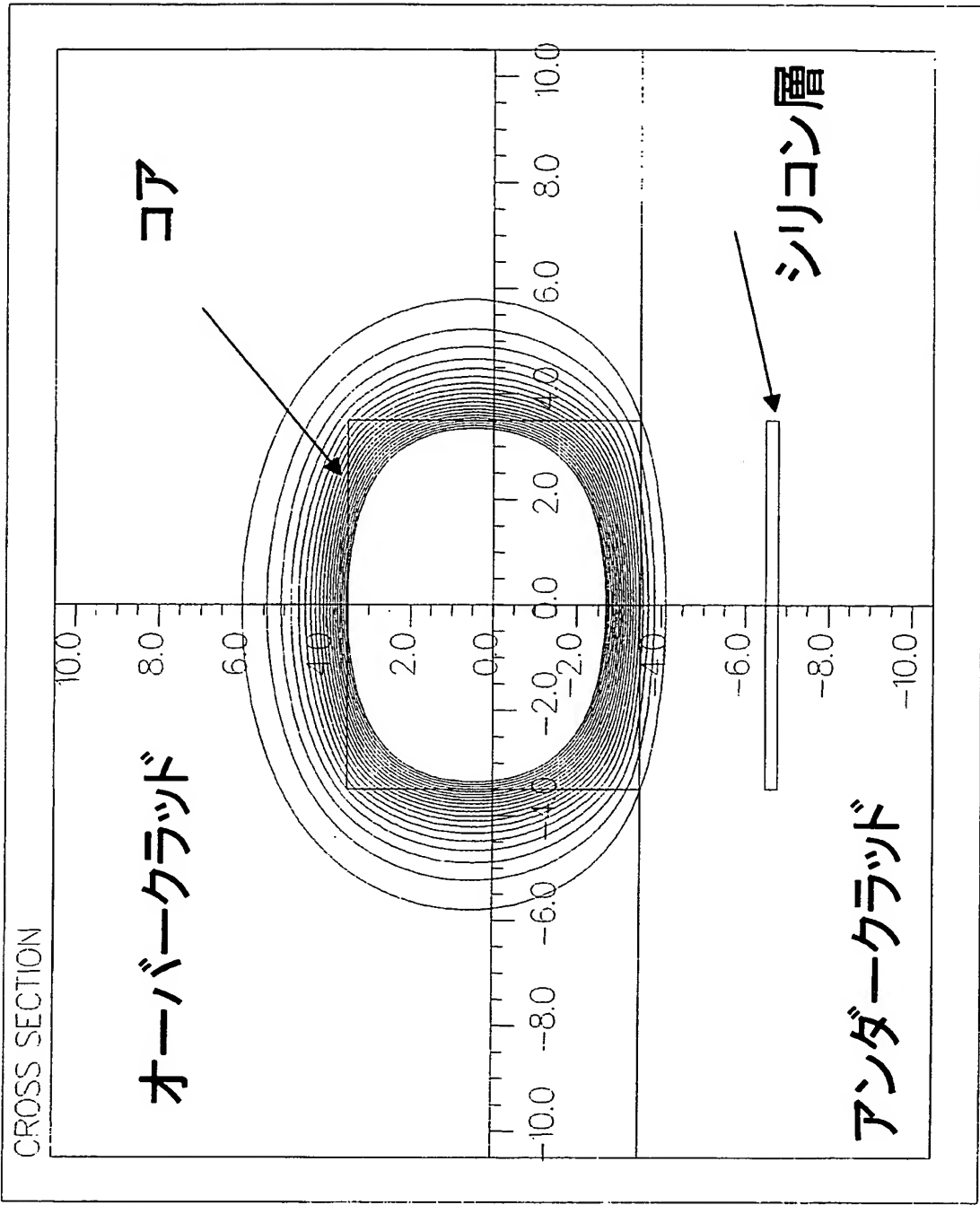
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 S O I 基板上に形成された光導波路において、シリコン基板 20 への導波光の漏れの抑制と、通常のシングルモードファイバと効率よく接続できる程度のモードフィールド径と、シングルモード条件の成立との 3 条件を同時に満足する光導波路を提供する。

【解決手段】 シリコン基板 20 と、該シリコン基板 20 に積層された石英よりなるアンダークラッド 21 と、該アンダークラッド 21 に積層されたオーバークラッド 23 と、該アンダークラッド 21 に積層され、側方と上面との 3 方向が該オーバークラッド 23 により囲まれたコア 22 とを有する完全埋め込み型光導波路において、前記コア 22 とアンダークラッド 21 との比屈折率差を、前記コア 22 とオーバークラッド 23 との比屈折率差よりも大きくする。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 2 - 3 0 2 9 6 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 2 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名

日本電信電話株式会社